

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-095027

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

G02B 5/30

(21)Application number : 09-273952

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 18.09.1997

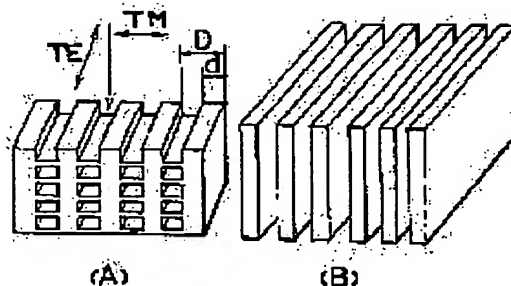
(72)Inventor : SATO AKIRA

## (54) POLARIZING ELEMENT OF MULTILAYER STRUCTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To optionally design the center wavelength and the wavelength range from a vertical wave to oblique wave by stacking a grating layers with grating pitch smaller than the wavelength of applied light, through void layers or dielectric layers, and specifying the thickness of each layer.

**SOLUTION:** Grating layers with a grating pitch smaller than the wavelength of the light are stacked through void layers or dielectric layers, and the thickness of each layer is to be about a quarter of either wavelength of two orthogonal polarized components of the light in each layer. That is, when grating structure is formed of isotropic material, and the grating pitch is made smaller than the wavelength, an effective refractive index in the direction of an arrow mark L (perpendicular to a grating face) differs between polarized light in a TE direction of the electric field and polarized light in a TM direction out of light entering this grating, and the refractive index of polarized light in the TM direction is larger. Such a grating is horizontally sliced and stacked with thin layers of isotropic material (or different material) placed in between, and its stack pitch P is to satisfy the effective refractive index of TE or TM polarized light  $\times P = 1/4$  wavelength +  $1/4$  wavelength.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-95027

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 5/30

識別記号

F I

G 0 2 B 5/30

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-273952

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月18日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 佐藤 晃

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会

社島津製作所三条工場内

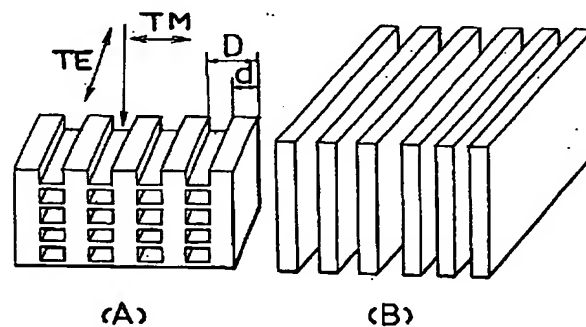
(74) 代理人 弁理士 藤 浩介

(54) 【発明の名称】 多層構造偏光素子

(57) 【要約】

【課題】 入射光、反射光、透過光の方向に関して制約の少ない多層構造の偏光素子を提供すること。

【解決手段】 複屈折性物質の1/4波長の薄膜の多層構造或いは格子間隔が波長より充分小さい格子を間隔をあけて積重ねる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 格子ピッチが使用光波長より小さい格子層を空隙層或いは透電体層を介して重積し、各層の厚さを夫々の層中における使用光の二つの直交偏光成分の何れかの波長の $1/4$ 程度としたことを特徴とする多層構造偏光素子。

【請求項2】 異方性透電体層と等方性透電体層を各層とも使用する光の直交偏光2成分の何れかのその各層中の波長の $1/4$ 程度とし、この積層体の前後各面に $1/8$ 波長厚さの異方性透電体層を設けたことを特徴とする多層構造偏光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は多層構造の偏光素子、偏光用ビームスプリッタ等の偏光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】偏光素子には一般に複屈折性結晶を利用したものが用いられている。またブリュースター反射を利用した等方性物質の多層膜が偏光用ビームスプリッタとして用いられている。結晶を用いたものは高価であり、光学装置の光軸方向の寸法が大きく、光学装置が大型化し、またビームスプリッタとして用いる場合、直交二偏光の取出し角が狭いと云う難点がある。多層膜偏光ビームスプリッタもブリュースター反射を利用しているので、入射光、反射光、透過光の方向関係がブリュースター角によって決まり、光学装置の構成に当り、各種光学素子の配置に関し制約が大きい。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は入射角の関係や偏光特性（例えば使用可能な波長範囲とか反射率、透過率の比等）を要求に応じて設計可能な偏光素子を提供しようとするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】格子間隔が波長より小さい格子を間隔をあげ、或いはその間隔に等方性の層を介在させ、格子と上記間隔の各々の厚さを夫々の層内における使用光の波長の $1/4$ 程度とした積層構造或いは複屈折性物質膜と等方性物質膜と積層し、各層の厚さを、層内光波長の $1/4$ 程度とし、この積層体の前後に更に $1/8$ 波長厚さで上記複屈折性物質、等方性物質の層を1～2層設けた多層膜を提供する。

## 【0005】

【発明の実施の形態】図1Bに示すような格子構造を等方性物質で作り、格子ピッチを波長より小さなものとする、この格子に入射する光で電界がTE方向の偏光とTM方向の偏光とでは矢印L方向（格子面に垂直）の実効屈折率が異なりTM方向の偏光の方が屈折率が大きい。例えばGaAsの場合、波長 $1.55\mu\text{m}$ （空气中）の光に対して格子ピッチ $D=0.31\mu\text{m}$ 、 $d/D=0.4$ のとき、TM、TE両偏光の屈折率の比は2.

$443/1.304=1.873$ となり、これは方解石の波長 $1.55\mu\text{m}$ における比 $1.106$ より大きい。今このような格子を水平にスライスしたものを図1Aに示すように間に同じ等方性物質（異なっても可）の薄層を挟んで重ね、その重積ピッチPをTE或いはTM何れかの偏光の実効屈折率 $\times P=1/4$ 波長 $+1/4$ 波長程度（例 $1.55\mu\text{m}$ に対し $250\text{nm}$ ）とする。その偏光について垂直入射に対する垂直反射が多重反射の干渉により強め合うこととなり、大きな反射率が得られる。それと直交する偏光についてはこのような関係が成立しないから、反射光はなくなり、透過率が高くなる。かくして、垂直入射に対して偏光の直交2成分の分離が可能となる。勿論積層ピッチを適当にすることで斜入射に関して直交二偏光を分離させることも可能ある。

【0006】図2は異方性物質Aと等方性物質Iを交互積層した多層膜で、各層ともその層内の波長に関し、 $1/4$ 波長の厚さであり、特に光入射端には異方性物質の $1/8$ 波長層を設け、光出射端面には $1/8$ 波長厚さの異方性物質層を設け、それに等方性物質基板IBを接触させることで、単に $1/4$ 波長厚さの交互積層膜より一層偏光特性が向上することが見出された。

【0007】図1に示す構造は例えば次のようにして作られる。図3に示すようにGaAs基板1にAlAs層2を数原子層形成し（a）、その上にGaAs層3を形成（b）、ホトレジストをコートして、ホログラフィック露光波で格子パターンを焼付け現像して格子パターンのマスク4を形成（c）、これをイオンビームエッチングで垂直方向にエッチングしてGaAsの格子を作る（d）。このときAlAs層はGaAsに比し、エッチングレートが極めて低いので、殆どエッチングされず、GaAsだけの格子が得られる。ここでGaAs層3の厚さが使用波長のGaAs格子内実効波長で $1/4$ 波長となるように形成されている。次にGaAs基板1をエッチングしてGaAs基板1とAlAs層を合わせた層の厚さが使用光のその層内の実効波長の $1/4$ になるようにし、このような格子状層を所要層積重ねることで（e）図1の構造が得られる。

【0008】図2の多層膜は次のようにして作られる。図4に示すように単結晶基板11を用意し、その上にエピタキシャル成長法で複屈折性物質の単結晶層12を使用波長の $1/4$ の厚さに成長させる（a）。その上に等方性物質層13を $1/4$ 波長厚さに蒸着法等で形成する（b）。その上に他の等方性物質層14を機械的強度が得られる厚さに形成し（c）、基板11を溶解除去する（d）。これに（a）～（b）の工程までで得られた積層体を向き合わせて接着する（e）。この接着は相互表面が原子層レベルで平坦であれば接触させるだけで吸着する。そうでない場合はアルコールによって吸着する。以下（e）の後基板11の部分を溶解し去り、（a）～（b）で作られた積層体を単位として（e）の基板11

を溶解した後に接着（吸着）し（f）、と云う工程を所定回数繰返す。

【0009】図5は図1に示す構造体の特性例を示す。

$$\text{GaAs} / \left[ \left( \frac{1}{4} \right) (F \cdot B) / \left( \frac{1}{4} \right) (\text{GaAs}) \right] \times 6$$

$$\left( \frac{1}{4} \right) (F \cdot B) / \text{GaAs}$$

こゝでF・Bは図1の格子構造部分を意味し、 $\left( \frac{1}{4} \right)$ は $\frac{1}{4}$ 波長層、 $\times 6$ はF・BとGaAsの各 $\frac{1}{4}$ 波長層を一組として6組（層数としては12層）積層することを意味し、 $\frac{1}{4}$ 波長層積層部は両端面とも格子層で、更に各々、その上にGaAsの層が適当厚を設けられて機械的強度を保たせてある。図5から見られるように波長 $1.50 \mu\text{m}$ を中心に $1.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長範囲でTE光反射率略100%TM光反射率略0%となっている。反射率0%と云うことは透過率も略100%であることを意味している。

【0010】図6は異方性、等方性物質の $\frac{1}{4}$ 波長層の交互積層膜の特性を示し、異方性物質は方解石、等方性物質は酸化チタンで、膜の構成式は下記の通り。

$$\text{空気} / \left( \frac{1}{8} \right) (\text{CaCO}_3) / \left[ \left( \frac{1}{4} \right) (\text{TiO}_2) / \left( \frac{1}{4} \right) (\text{CaCO}_3) \right] \times 20 / \left( \frac{1}{4} \right) (\text{TiO}_2) / \left( \frac{1}{8} \right) (\text{CaCO}_3) / \text{TiO}_2$$

この積層膜は片側が空気で反対側が酸化チタンで、これが支持基板を兼ねている。膜の入射端面は共に方解石で、その外の媒質が一方は空気、他方が $\text{TiO}_2$ と見ることができる。TM偏光の中心波長 $1.55 \mu\text{m}$ としたもので、 $1.32 \sim 1.4 \mu\text{m}$ 中心 $1.35 \mu\text{m}$ でTE光の反射率略100%、TM光の反射率20～60%透過率は80～40%である。

【0011】第7図は半導体レーザーに構造偏光素子を応用したもので、BはGaAs基板で、Sがレーザー部、両側の突起が並んだ部分Pが偏光素子部である。この素子は格子層と空気層の交互配列で、図1の例の誘電体層の所を空気層としたものに相当し、振動電界が図矢

この例はGaAsを用いたもので、積層構造は下式で表現される。

印（上下方向）の偏光に対し高い反射率を呈するようにしてあり、この振動方向の偏光に対して共振が成立するようにしてあるので、出射光は電界がこの方向の偏光だけのレーザービームが得られる。

【0012】

【発明の効果】本発明によれば、従来の偏光素子では不可能であった垂直入射反射について直交二偏光の分離と云うことさえも可能であり、格子ピッチと積層間隔、誘電体層の厚さ及び積層回数等、設計上の自由度が多く、垂直入射から斜入射まで、使用中心波長、使用できる波長範囲等選択的に設計可能で、色々な要求にかなり自由に答えることができ、偏光を扱う装置の構成上、小型化、簡単化等に寄与する所大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を説明する図

【図2】本発明の他の実施形態を示す図

【図3】図1に示す実施形態の製法を示す図

【図4】上記図2の実施形態の製法を示す図

【図5】図1の実施形態の特性を示す図

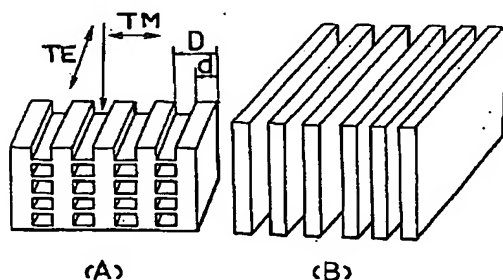
【図6】図2の実施形態の特性を示す図

【図7】本発明の更に他の実施形態を示す斜視図

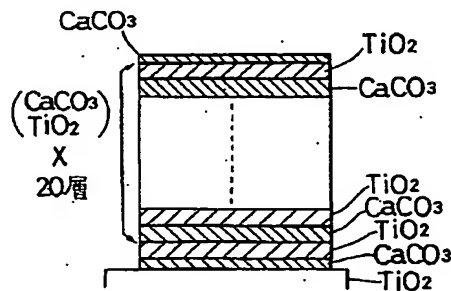
【符号の説明】

- 1 GaAs基板
- 2 AlAs層
- 3 GaAs層
- 4 格子パターンマスク
- 11 単結晶基板
- 12 複屈折物質層
- 13 等方性物質層

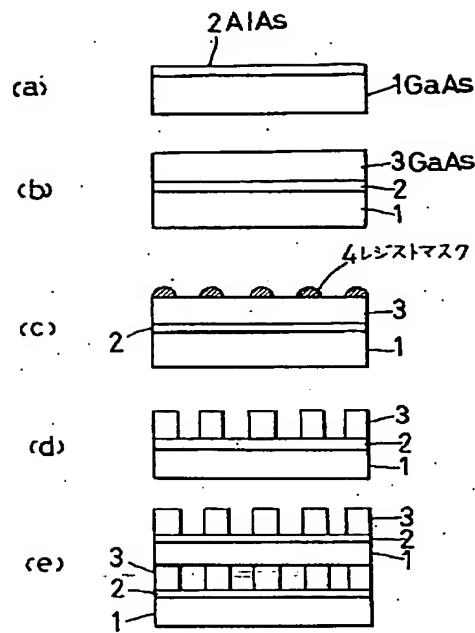
【図1】



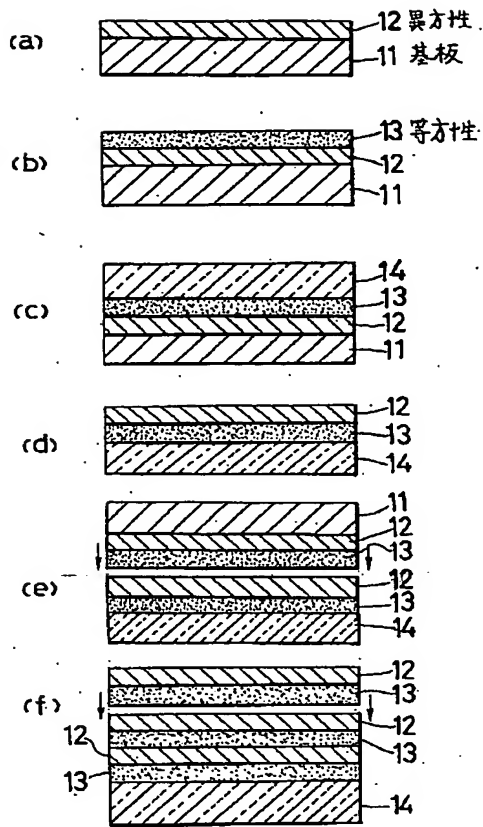
【図2】



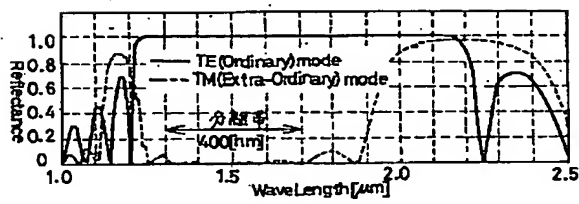
【図 3】



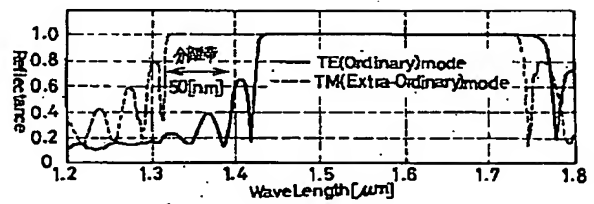
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

